

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. November 2003 (27.11.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/098270 A2**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>:

G02B

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP03/04719

(22) Internationales Anmeldedatum:

6. Mai 2003 (06.05.2003)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102 22 250.9

16. Mai 2002 (16.05.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): RÖHM GMBH &amp; CO. KG [DE/DE]; Kirschenallee, 64293 Darmstadt (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Jann [DE/DE]; Hirschstrasse 20, 64291 Darmstadt (DE). PARUSEL, Markus [DE/DE]; Germannstrasse 35a, 64409 Messel (DE). GROOTHUES, Herbert [DE/DE]; Einsteinstrasse 18, 64331 Weiterstadt (DE). ITTMANN, Günther [DE/DE]; Waldstrasse 15, 64823 Gross-Umstadt (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: IMPROVED LIGHT-GUIDING BODIES AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: VERBESSERTE LICHTLEITKÖRPER SOWIE VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to a light-guiding body comprising at least one light-admitting surface, at least one light-emitting surface, the proportion between the light-emitting surface and the light-admitting surface being at least 4, and at least one light-guiding layer. The inventive light-guiding body is characterized by the fact that the light-guiding layer is provided with at least 60 percent by weight of polymethylmethacrylate and 0.0001 to 0.2 percent by weight of spherical particles having an average diameter ranging from 0.3 to 40 µm, the percentages by weight being in relation to the total weight of the light-guiding layer, while the light-emitting surface of the light-guiding layer is provided with structures.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein der mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt, umfassend mindestens eine lichtleitende Schicht, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40 µm umfasst und die Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit Strukturierungen versehen ist.

WO 03/098270 A2

## Verbesserte Lichtleitkörper sowie Verfahren zu dessen Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtleitkörper, die mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche sowie mindestens eine lichtleitende Schicht aufweisen, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt.

Derartige Lichtleitkörper sind an sich bekannt. So kann eine transparente Platte mit Einkerbungen versehen werden, an denen Licht normal zu Ausbreitungsrichtung ausgekoppelt wird. Derartige Lichtleitkörper sind Gegenstand von EP 800 036. Bei einer gleichmäßigen Verteilung der Einkerbungen zeigen die Lichtleitkörper jedoch eine Abnahme der Leuchtdichte mit dem Abstand zum Leuchtmittel. Als Lösung für dieses Problem werden auf den Lichtleitkörpern ungleichmäßige Oberflächenstrukturen aufgebracht werden, wobei die Dichte der Einkerbungen mit dem Abstand zum Leuchtmittel zunimmt. Allerdings wird dieser Effekt durch mit der Zeit auftretende statistische Beschädigungen der Oberfläche beeinträchtigt. Des weiteren ist die Leuchtdichte großer Platten relativ gering.

Des weiteren sind aus EP 656 548 Lichtleitkörper bekannt, die Polymerpartikel als Streukörper verwenden. Problematisch an diesen Platten ist deren ungleichmäßige Verteilung der Leuchtdichte.

Darüber hinaus sind aus EP 1022129 Lichtleitkörper bekannt, die eine Partikel freie lichtleitende Schicht aus Polymethylmethacrylat aufweisen, auf die eine diffus ausgestattete Schicht aufgebracht ist. Die diffus ausgestattete Schicht, die eine Dicke im Bereich von 10 bis 1500  $\mu\text{m}$  aufweist, umfaßt Bariumsulfat-Partikel. Gemäß diesem Prinzip wird das Licht über die PMMA-Schicht geleitet, wobei die Auskopplung durch die diffuse Schicht erfolgt. Allerdings kann die Lichtauskopplung kaum gesteuert werden, da nur das Licht normal zur Ausbreitungsrichtung gestreut wird, das die Grenzschrift zur diffus ausgestatteten Schicht durchdrungen hat. Es handelt sich hierbei dementsprechend nicht um eine Störung innerhalb der lichtleitenden Schicht, sondern um eine diffuse Rückreflexion. Darüber hinaus ist die Abnahme der Leuchtintensität sehr groß, wie dies die Beispiele belegen.

Hieraus ergibt sich eine geringe Leuchtdichte bei großer Entfernung zur Lichtquelle, die für viele Anwendungen nicht ausreicht. Die geringe Helligkeit bei größerem Abstand von der Lichtquelle des Lichtleitkörpers gemäß EP 1022129 führt des weiteren zu einer hohen Empfindlichkeit gegenüber der Bildung von Kratzern auf der Austrittsfläche des Lichts. Derartige Kratzer können sowohl durch Bewitterung als auch durch mechanische Einwirkung entstehen. Problematisch ist hierbei, daß diese Kratzer das Licht streuen. Auf diesem Prinzip beruht die Lehre von EP 800 036. Diese Störstellen treten bei einer hohen Lichtauskopplung nicht besonders hervor. Bei den geringen Helligkeiten werden diese jedoch als störend empfunden.

In Anbetracht des hierin angegebenen und diskutierten Standes der Technik war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung Lichtleitkörper anzugeben, die eine besonders gleichmäßige Leuchtdichte aufweisen. Hierbei sollten die Lichtleitkörper eine auf die Bedürfnisse anpaßbare Lichtauskopplung ermöglichen.

Darüber hinaus sollte die Leuchtdichte über die gesamte Fläche der Lichtaustrittsfläche möglichst konstant sein, wobei diese Konstanz auch durch die statistische Bildung von Oberflächenkratzern erhalten bleiben sollte.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, daß die Lichtleitkörper eine hohe Haltbarkeit, insbesondere eine hohe Beständigkeit gegen UV-Bestrahlung oder Bewitterung aufweisen.

Des weiteren lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Lichtleitkörper zur Verfügung zu stellen, die besonders einfach hergestellt werden können. So sollten die Lichtleitkörper insbesondere durch Extrusion, Spritzguß sowie durch Gußverfahren erzeugt werden können.

Darüber hinaus war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Lichtleitkörper zu schaffen, die kostengünstig hergestellt werden können.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, Lichtleitkörper anzugeben, die hervorragende mechanische Eigenschaften zeigen. Diese Eigenschaft ist insbesondere für Anwendungen wichtig, bei denen der

Lichtleitkörper eine hohe Stabilität gegen Schlageinwirkung aufweisen soll.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung bestand darin, Lichtkörper bereitzustellen, die auf einfache Weise in Größe und Form den Anforderungen angepaßt werden können.

Gelöst werden diese Aufgaben sowie weitere, die zwar nicht wörtlich genannt werden, sich aber aus den hierin diskutierten Zusammenhängen wie selbstverständlich ableiten lassen oder sich aus diesen zwangsläufig ergeben, durch die in Anspruch 1 beschriebenen Lichtleitkörper. Zweckmäßige Abwandlungen der erfindungsgemäßen Lichtleitkörper werden in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt.

Hinsichtlich Verfahren zur Herstellung liefern die Ansprüche 16 und 17 eine Lösung der zugrunde liegenden Aufgabe.

Dadurch, daß die lichtleitende Schicht eines Lichtleitkörpers, mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40  $\mu\text{m}$  umfaßt und die Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit Strukturierungen versehen ist, wobei der Lichtleitkörper mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt, gelingt es

Lichtleitkörper zur Verfügung zu stellen, die eine besonders gleichmäßige Leuchtdichte aufweisen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen werden u.a. insbesondere folgende Vorteile erzielt:

- Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung lassen sich besonders einfach herstellen. So können die Lichtleitkörper durch Extrusion, Spritzguß sowie durch Gußverfahren hergestellt werden.
- Die Leuchtdichtenverteilung der vorliegenden Lichtleitkörper ist gegenüber der Bildung von Kratzern auf der Oberfläche relativ unempfindlich.
- Die erfindungsgemäßen Lichtleitkörper zeigen eine hohe Beständigkeit gegen UV-Strahlung.
- Des weiteren zeigen erfindungsgemäße Lichtleitkörper eine besonders gleichmäßige Verteilung der Leuchtdichte. Hierbei können verschieden große Lichtleitkörper hergestellt werden, ohne daß die Leuchtdichtenverteilung in besonderem Maß kritisch wäre.
- Darüber hinaus zeigen die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung ein besonders farbechtes Licht, so daß mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle kein Gelbeindruck entsteht.
- Die Helligkeit der Lichtleitkörper kann an die Bedürfnisse angepaßt werden. So können auch große Platten mit einer sehr hohen Leuchtdichte hergestellt werden.

- Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung weisen gute mechanische Eigenschaften auf.

Die lichtleitende Schicht des Lichtleitkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung weist 0,0001 bis 0,2, vorzugsweise 0,0005 bis 0,08 und besonders bevorzugt 0,0008 bis 0,01 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel auf.

Der Begriff sphärisch bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß die Partikel vorzugsweise eine kugelförmige Gestalt aufweisen, wobei dem Fachmann offensichtlich ist, daß aufgrund der Herstellungsmethoden auch Partikel mit anderer Gestalt enthalten sein können, oder daß die Form der Partikel von der idealen Kugelgestalt abweichen kann.

Dementsprechend bedeutet der Begriff sphärisch, daß das Verhältnis von der größten Ausdehnung der Partikel zur geringsten Ausdehnung maximal 4, vorzugsweise maximal 2 beträgt, wobei diese Ausdehnungen jeweils durch den Schwerpunkt der Partikel gemessen werden. Vorzugsweise sind mindestens 70%, besonders bevorzugt mindestens 90%, bezogen auf die Zahl der Partikel, sphärisch.

Die Partikel haben einen mittleren Durchmesser (Gewichtsmittel) im Bereich von 0,3 bis 40  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise im Bereich von 0,7 bis 20  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 1,4 bis 10  $\mu\text{m}$ . Günstigerweise liegen 75% der Partikel im Bereich von 0,3 bis 40  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 1,4 bis 10  $\mu\text{m}$ . Die Ermittlung der Teilchengröße erfolgt mittels eines Röntgensedigraphen. Hierbei wird das Absetzverhalten der Kunststoffpartikel im Schwerfeld

mittels Röntgenstrahlen verfolgt. Anhand der Transparenz für Röntgenstrahlen wird auf die Teilchengröße geschlossen.

Die erfindungsgemäß verwendbaren Partikel sind nicht besonders beschränkt. Vorzugsweise werden diese Partikel aus Bariumsulfat und/oder Kunststoff hergestellt.

Bariumsulfat-Partikel, die die oben genannten Eigenschaften aufweisen sind an sich bekannt und kommerziell unter anderem von Sachtleben Chemie GmbH, D-47184 Duisburg erhältlich. Darüber hinaus sind diverse Methoden zur Herstellung bekannt. Bariumsulfatpartikel weisen bevorzugt eine Größe im Bereich von 0,7 bis 6  $\mu\text{m}$  auf.

Darüber hinaus können auch Partikel eingesetzt werden, die aus Kunststoff hergestellt werden. Hierbei ist die Art des Kunststoffs aus dem die Partikel hergestellt werden unkritisch, wobei der Kunststoff mit dem Polymeren der Matrix unverträglich sein muß, so daß eine Phasengrenze entsteht, an der eine Brechung des Lichts statt findet.

Dementsprechend weist Brechungsindex der Kunststoffpartikel eine bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C gemessene Brechzahl  $n_0$  auf, die um 0,01, vorzugsweise um 0,02 Einheiten über der Brechzahl  $n_0$  des Matrixkunststoffs liegt.

Bevorzugte Kunststoffpartikel sind aufgebaut aus:

- b1) 0 bis 60 Gew.-Teilen eines Acryl- und/oder Methacrylsaureesters mit 1 bis 12 C-Atomen im



aliphatischen Esterrest, wobei beispielhaft genannt seien: Methyl(meth)acrylat, Ethyl(meth)acrylat, n-Propyl(meth)acrylat, i-Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, i-Butyl(meth)acrylat, tert-Butyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, 3,3,5-Trimethylcyclohexyl(meth)acrylat, 2-Ethylhexyl(meth)acrylat, Norbornyl(meth)acrylat oder Isobornyl(meth)acrylat;

- b2) 25 bis 99,9 Gew.-Teilen von Comonomeren, die aromatische Gruppen als Substituenten aufweisen und die mit den Monomeren b1) copolymerisierbar sind, wie beispielsweise Styrol,  $\alpha$ -Methylstyrol, ringsubstituierte Styrole, Phenyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, 2-Phenylethyl(meth)acrylat, 3-Phenylpropyl(meth)-acrylat Oder Vinylbenzoat; sowie
- b3) 0,1 bis 15 Gew.-Teilen vernetzenden Comonomeren, die mindestens zwei ethylenisch ungesättigte, radikalisch mit b1) und b2) copolymerisierbare Gruppen aufweisen, wie beispielsweise Divinylbenzol, Glykoldi(meth)acrylat, 1,4-Butandioldi(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Triallylcyanurat, Diallylphthalat, Diallylsuccinat, Pentaerythrittetra(meth)acrylat oder Trimethylolpropantri(meth)acrylat, wobei sich die Comonomeren b1), b2) und b3) zu 100 Gew.-Teilen ergänzen.

Besonders bevorzugt weisen Mischungen aus denen die Kunststoffpartikel hergestellt werden mindestens 80 Gew.-% Styrol und mindestens 0,5 Gew.-% Divinylbenzol auf.

Derartige Kunststoffpartikel weisen bevorzugt eine Größe im Bereich von 2 bis 20  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 4 bis 12  $\mu\text{m}$  auf.

Die Herstellung von vernetzten Kunststoffpartikeln ist in der Fachwelt bekannt. So können die Streupartikel durch Emulsionspolymerisation hergestellt werden, wie beispielsweise in EP-A 342 283 oder EP-A 269 324 beschrieben, ganz besonders bevorzugt durch Polymerisation in organischer Phase, wie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 43 27 464.1 beschrieben, wobei bei der letztgenannten Polymerisationstechnik besonders enge Teilchengrößenverteilungen oder anders ausgedrückt besonders geringe Abweichungen der Teilchendurchmesser vom mittleren Teilchendurchmesser auftreten.

Besonders bevorzugt werden Kunststoffpartikel eingesetzt, die eine Temperaturbeständigkeit von mindestens 200°C, insbesondere von mindestens 250°C aufweisen, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Hierbei bedeutet der Begriff Temperaturbeständig, daß die Teilchen im wesentlichen keinem wärmebedingten Abbau unterliegen. Ein wärmebedingter Abbau führt in unerwünschter Weise zu Verfärbungen, so daß das Kunststoffmaterial unbrauchbar wird.

Besonders bevorzugte Partikel sind unter anderem von Sekisui unter dem Handelsnamen ®Techpolymer SBX-8 und ®Techpolymer SBX-12 erhältlich.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegen diese Teilchen gleichmäßig verteilt in

der Kunststoffmatrix vor, ohne daß eine nennenswerte Aggregation oder Zusammenlagerung der Partikel auftritt. Gleichmäßig verteilt bedeutet, daß die Konzentration an Partikeln innerhalb der Kunststoffmatrix im wesentlichen konstant ist.

Erfindungsgemäß umfaßt die lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat.

Diese Polymere werden im allgemeinen durch radikalische Polymerisation von Mischungen erhalten, die Methylmethacrylat enthalten. Im allgemeinen enthalten diese Mischungen mindestens 40 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 60 Gew.-% und besonders bevorzugt mindestens 80 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomere, Methylmethacrylat.

Daneben können diese Mischungen weitere (Meth)acrylate enthalten, die mit Methylmethacrylat copolymerisierbar sind. Der Ausdruck (Meth)acrylate umfaßt Methacrylate und Acrylate sowie Mischungen aus beiden.

Diese Monomere sind weithin bekannt. Zu diesen gehören unter anderem

(Meth)acrylate, die sich von gesättigten Alkoholen ableiten, wie beispielsweise Methylacrylat, Ethyl(meth)acrylat, Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, tert.-Butyl(meth)acrylat, Pentyl(meth)acrylat und 2-Ethylhexyl(meth)acrylat;

(Meth)acrylate, die sich von ungesättigten Alkoholen ableiten, wie z. B. Oleyl(meth)acrylat, 2-Propinyl(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Vinyl(meth)acrylat;

Aryl(meth)acrylate, wie Benzyl(meth)acrylat oder

Phenyl(meth)acrylat, wobei die Arylreste jeweils unsubstituiert oder bis zu vierfach substituiert sein können;

Cycloalkyl(meth)acrylate, wie

3-Vinylcyclohexyl(meth)acrylat, Bornyl(meth)acrylat;

Hydroxylalkyl(meth)acrylate, wie

3-Hydroxypropyl(meth)acrylat,

3,4-Dihydroxybutyl(meth)acrylat,

2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat;

Glycoldi(meth)acrylate, wie 1,4-Butandiol(meth)acrylat,

(Meth)acrylate von Etheralkoholen, wie

Tetrahydrofurfuryl(meth)acrylat,

Vinyloxyethoxyethyl(meth)acrylat;

Amide und Nitrile der (Meth)acrylsäure, wie

N-(3-Dimethylaminopropyl)(meth)acrylamid,

N-(Diethylphosphono)(meth)acrylamid,

1-Methacryloylamido-2-methyl-2-propanol;

schwefelhaltige Methacrylate, wie

Ethylsulfinylethyl(meth)acrylat,

4-Thiocyanatobutyl(meth)acrylat,

Ethylsulfonylethyl(meth)acrylat,

Thiocyanatomethyl(meth)acrylat,

Methylsulfinylmethyl(meth)acrylat,

Bis((meth)acryloyloxyethyl)sulfid;

mehrwertige (Meth)acrylate, wie

Trimethyloxypropantri(meth)acrylat.

Neben den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten können die zu polymerisierenden Zusammensetzungen auch weitere ungesättigte Monomere aufweisen, die mit Methylmethacrylat und den zuvor genannten (Meth)acrylaten copolymerisierbar sind.

Hierzu gehören unter anderem 1-Alkene, wie Hexen-1, Hepten-1; verzweigte Alkene, wie beispielsweise Vinylcyclohexan, 3,3-Dimethyl-1-propen, 3-Methyl-1-diisobutylen, 4-Methylpenten-1;

Acrylnitril; Vinylester, wie Vinylacetat; Styrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten in der Seitenkette, wie z. B.  $\alpha$ -Methylstyrol und  $\alpha$ -Ethylstyrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten am Ring, wie Vinyltoluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole;

Heterocyclische Vinylverbindungen, wie 2-Vinylpyridin, 3-Vinylpyridin, 2-Methyl-5-vinylpyridin, 3-Ethyl-4-vinylpyridin, 2,3-Dimethyl-5-vinylpyridin, Vinylpyrimidin, Vinylpiperidin, 9-Vinylcarbazol, 3-Vinylcarbazol, 4-Vinylcarbazol, 1-Vinylimidazol, 2-Methyl-1-vinylimidazol, N-Vinylpyrrolidon, 2-Vinylpyrrolidon, N-Vinylpyrrolidin, 3-Vinylpyrrolidin, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylbutyrolactam, Vinyloxolan, Vinylfuran, Vinylthiophen, Vinylthiolan, Vinylthiazole und hydrierte Vinylthiazole, Vinyloxazole und hydrierte Vinyloxazole;

Vinyl- und Isoprenylether;

Maleinsäurederivate, wie beispielsweise Maleinsäureanhydrid, Methylmaleinsäureanhydrid, Maleinimid, Methylmaleinimid; und Diene, wie beispielsweise Divinylbenzol.

Im allgemeinen werden diese Comonomere in einer Menge von 0 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 40 Gew.-% und besonders bevorzugt 0 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das

Gewicht der Monomeren, eingesetzt, wobei die Verbindungen einzeln oder als Mischung verwendet werden können.

Die Polymerisation wird im allgemeinen mit bekannten Radikalinitiatoren gestartet. Zu den bevorzugten Initiatoren gehören unter anderem die in der Fachwelt weithin bekannten Azoinitiatoren, wie AIBN und 1,1-Azobiscyclohexancarbonitril, sowie Peroxyverbindungen, wie Methylethylketonperoxid, Acetylacetonperoxid, Dilaurylperoxyd, tert.-Butylper-2-ethylhexanoat, Ketonperoxid, Methylisobutylketonperoxid, Cyclohexanonperoxid, Dibenzoylperoxid, tert.-Butylperoxybenzoat, tert.-Butylperoxyisopropylcarbonat, 2,5-Bis(2-ethylhexanoyl-peroxy)-2,5-dimethylhexan, tert.-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, tert.-Butylperoxy-3,5,5-trimethylhexanoat, Dicumylperoxid, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)cyclohexan, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)3,3,5-trimethylcyclohexan, Cumylhydroperoxid, tert.-Butylhydroperoxid, Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat, Mischungen von zwei oder mehr der vorgenannten Verbindungen miteinander sowie Mischungen der vorgenannten Verbindungen mit nicht genannten Verbindungen, die ebenfalls Radikale bilden können.

Diese Verbindungen werden häufig in einer Menge von 0,01 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise von 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomeren, eingesetzt.

Hierbei können verschiedene Poly(meth)acrylate eingesetzt werden, die sich beispielsweise im Molekulargewicht oder in der Monomerzusammensetzung unterscheiden.

Des weiteren können die Formmassen weitere Polymere enthalten, um die Eigenschaften zu modifizieren. Hierzu gehören unter anderem Polyacrylnitrile, Polystyrole, Polyether, Polyester, Polycarbonate und Polyvinylchloride. Diese Polymere können einzeln oder als Mischung eingesetzt werden, wobei auch Copolymere, die von den zuvor genannten Polymere ableitbar sind, den Formmassen beigelegt werden können.

Derartig besonders bevorzugte Formmassen sind unter dem Handelsnamen PLEXIGLAS® von der Fa. Röhm GmbH & Co. KG kommerziell erhältlich.

Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts  $M_w$  der erfindungsgemäß als Matrixpolymere zu verwendenden Homo- und/oder Copolymere kann in weiten Bereichen schwanken, wobei das Molekulargewicht üblicherweise auf den Anwendungszweck und die Verarbeitungsweise der Formmasse abgestimmt wird. Im allgemeinen liegt es aber im Bereich zwischen 20 000 und 1 000 000 g/mol, vorzugsweise 50 000 bis 500 000 g/mol und besonders bevorzugt 80 000 bis 300 000 g/mol, ohne daß hierdurch eine Einschränkung erfolgen soll.

Nach Zugabe der Partikel können aus diesen Formmassen lichtleitenden Schichten durch herkömmliche thermoplastische Formgebungsverfahren hergestellt werden. Hierzu gehören insbesondere die Extrusion sowie der Spritzguß.

Des weiteren können lichtleitende Schichten der vorliegenden Erfindung durch Gußverfahren hergestellt werden. Hierbei werden geeignete Acrylharzmischungen in einer Form gegeben und polymerisiert.

Ein geeignetes Acrylharz umfaßt beispielsweise

- A) 0,0001 - 0,2 Gew.-% sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40  $\mu\text{m}$ ,
- B) 40 - 99,9999 Gew.-% Methylmethacrylat,
- C) 0 - 59,9999 Gew.-% Comonomere,
- D) 0 - 59,9999 Gew.-% in (B) oder (C) lösliche Polymere, wobei die Komponenten A) bis D) 100 Gew.-% ergeben.

Darüber hinaus weist das Acrylharz die zur Polymerisation notwendigen Initiatoren auf. Die Komponenten A bis D sowie die Initiatoren entsprechen den Verbindungen, die auch zur Herstellung geeigneter Polymethylmethacrylat Formmassen eingesetzt werden.

Zur Aushärtung kann man z. B. das sogenannte Gußkammerverfahren (s. z. B. die DE 25 44 245, EP-B 570 782 oder EP-A 656 548) anwenden, bei der die Polymerisation einer Kunststoffscheibe zwischen zwei Glasplatten erfolgt, die mit einer umlaufenden Schnur abgedichtet werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die lichtleitende Schicht mindestens 70, vorzugsweise mindestens 80 und besonders bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat auf.

Die Poly(meth)acrylate der lichtleitenden Schicht weisen gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,48 bis 1,54 auf.



Die Formmassen sowie die Acrylharze können übliche Zusatzstoffe aller Art enthalten. Hierzu gehören unter anderem Antistatika, Antioxidantien, Entformungsmittel, Flammenschutzmittel, Schmiermittel, Farbstoffe, Fließverbesserungsmittel, Füllstoffe, Lichtstabilisatoren und organische Phosphorverbindungen, wie Phosphite oder Phosphonate, Pigmente, Verwitterungsschutzmittel und Weichmacher. Die Menge an Zusatzstoffen ist jedoch auf den Anwendungszweck beschränkt. So sollte die lichtleitende Eigenschaft der Polymethylmethacrylat-Schicht nicht zu stark durch Additive beeinträchtigt werden.

Die lichtleitende Schicht weist im allgemeinen eine Transmission im Bereich von 80 bis 92 %, bevorzugt von 83 bis 92 auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Die Transmission kann gemäß DIN 5036 bestimmt werden.

Die Dicke der lichtleitenden Schicht ist unkritisch. Bevorzugt liegt die Dicke der lichtleitenden Schicht im Bereich von 2 bis 100 mm, besonders bevorzugt von 3 bis 20 mm, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Die Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung weisen mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche auf.

Der Begriff Lichtaustrittsfläche kennzeichnet hierbei eine Fläche des Lichtleitkörper, die geeignet ist Licht abzustrahlen. Die Lichteinleitungsfläche wiederum ist in der Lage Licht in den Körper aufzunehmen, so daß die lichtleitende Schicht das eingeleitete Licht über die

gesamte Lichtaustrittsfläche verteilen kann. Die Partikel führen zu einer Auskoppelung des Lichts, so daß Licht über die gesamte Lichtaustrittsfläche austritt.

Hierbei beträgt das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4, vorzugsweise mindestens 20 und besonders bevorzugt mindestens 80.

Hieraus ergibt sich, daß der Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung sich in starkem Maß von bekannten Abdeckungen für Beleuchtungskörper unterscheidet. Diese Abdeckungen zeichnen sich dadurch aus, daß die Lichteinleitungsfläche parallel zur Lichtaustrittsfläche ausgebildet ist, so daß beide Flächen in etwa die gleiche Größe aufweisen.

Die Lichtaustrittsfläche weist Strukturierungen auf. Die Strukturierungen können nach der Herstellung der Platten, beispielsweise durch Druck oder andere mechanische Einwirkungen erhalten werden. Des weiteren kann die Strukturierung bei der Herstellung der Platten erzielt werden, indem Formen verwendet werden, die ein Negativ der Strukturierung aufweisen. So können beispielsweise geätzte Glasplatten als Form beim zuvor geschriebenen Gußkammerverfahren verwendet werden.

Die Form der Strukturierung ist unkritisch. Wesentlich ist, daß die Lichtaustrittsfläche Störstellen umfaßt, die in der Lage sind Licht auszukoppeln. So können beispielsweise Punkte oder Einkerbungen aufgebracht werden. Darüber hinaus kann die Lichtaustrittsfläche auch aufgeraut werden. Üblich weisen die

Strukturierungen eine Tiefe im Bereich von  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  bis  $1000\text{ }\mu\text{m}$ , insbesondere  $1\text{ }\mu\text{m}$  bis  $100\text{ }\mu\text{m}$  auf.

Die Menge an ausgekoppeltem Licht ist von der Menge an Partikel in der Kunststoffmatrix abhängig. Je größer diese Menge, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß Licht aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird. Hieraus ergibt sich, daß die Menge an Partikeln von Größe der Lichtaustrittsfläche abhängig ist. Je weiter die Ausdehnung des Lichtleitkörpers senkrecht zur Lichteinleitungsfläche ist, desto geringer wird die Menge an Partikeln in der lichtleitenden Schicht gewählt.

Des weiteren ist die Auskopplung des Lichts von der Dichte der Strukturierung der Lichtaustrittsfläche bzw. deren Rauigkeit abhängig. Je dichter diese Strukturierung ist, desto höher die Auskopplungswahrscheinlichkeit von Licht aus dem Lichtleiter.

Die Dichte der Strukturierung kann über die gesamte Oberfläche konstant gewählt werden. Durch die vorliegende Erfindung wird trotzdem eine recht gleichmäßige Leuchtdichte erzielt.

Des weiteren ist es möglich die Dichte der Strukturierung mit dem Abstand zur Lichtquelle zu erhöhen, um eine gleichmäßigere Leuchtdichte zu erhalten. Im Vergleich zu herkömmlichen Lichtleitern kann die Dichteveränderung jedoch wesentlich geringer gewählt werden, da die erfindungsgemäßen Lichtleiter an sich eine gleichmäßigere Leuchtdichtenverteilung aufweisen.

Unter Dichte der Strukturierung wird die Anzahl der Punkte bzw. Einkerbungen pro Flächeneinheit verstanden. Im allgemeinen weist eine Platte ca. 1 bis 100 000 Einkerbungen, insbesondere 100 bis 10 000 pro m<sup>2</sup> auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Streumittelkonzentration so eingestellt werden, daß die Leuchtdichte an der Plattenoberfläche zu 1 bis 80%, insbesondere 2 bis 50% durch die im Polymer eingebetteten Streumittel erzeugt werden und 99 bis 20%, insbesondere 98 bis 50% durch die Strukturierung der Lichtaustrittsfläche erzeugt werden.

Gemäß einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Lichtleitkörper eine tafelförmige Gestalt annehmen, wobei die drei Ausdehnungen des Körpers eine unterschiedliche Größe aufweisen.

Eine derartige Tafel ist beispielsweise in den Figuren 1 und 2 schematisch dargestellt. Hierbei kennzeichnet das Bezugszeichen 1 die Kantenflächen der Tafel, die jeweils als Lichteinleitungsflächen dienen können. Bezugszeichen 2 beschreibt die Lichtaustrittsfläche der Tafel.

Die kleinste Ausdehnung ist hierbei die Dicke der Tafel. Die größte Ausdehnung sei als Länge definiert, so daß die dritte Dimension die Breite darstellt. Hieraus ergibt sich, daß die Lichtaustrittsfläche dieser Ausführungsform durch Oberfläche definiert wird,

die dem Produkt aus Länge\*Breite entspricht. Die Kantenflächen der Tafel, jeweils definiert als Oberfläche, die durch das Produkt aus Länge\*Dicke oder Breite\*Dicke gebildet wird, können im allgemeinen als Lichteintrittsfläche dienen. Vorzugsweise werden die als Lichteintrittsfläche dienenden Kantenflächen poliert.

Bevorzugt weist ein derartiger Lichtleitkörper eine Länge im Bereich von 25 mm bis 3000 mm, vorzugsweise von 50 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 200 bis 2000 mm auf.

Die Breite dieser besonderen Ausführungsform liegt im allgemeinen im Bereich von 25 bis 3000 mm, vorzugsweise von 50 bis 2000 mm und besonders bevorzugt von 200 bis 2000 mm.

Im allgemeinen weist derartiger Lichtleitkörper eine Dicke von mehr als 2 mm, vorzugsweise im Bereich von 3 bis 100 mm und besonders bevorzugt von 3 bis 20 mm auf, ohne daß hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Neben diesen kubischen Ausführungen sind auch sich nach einer Seite hin verjüngende Ausführungen möglich, die die Form eines Keils aufweisen. Bei der Keilform wird im allgemeinen nur über eine Lichteintrittsfläche Licht eingekoppelt.

Je nach Anordnung der Lichtquellen kann hierbei das Licht über alle vier Kantenflächen eingestrahlt werden. Dies kann insbesondere bei sehr großen Lichtleitkörpern notwendig sein. Bei kleineren Lichtleitkörpern genügen im allgemeinen ein oder zwei Lichtquellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung steht Lichtaustrittsfläche senkrecht zur Lichteinleitungsfläche.

Zur besseren Auswertung der eingesetzten Lichtenergie können die Kantenflächen, die nicht mit einer Lichtquelle versehen sind, reflektierend ausgestattet werden. Diese Ausstattung kann beispielsweise durch reflektierende Klebebänder erfolgen. Des weiteren kann ein reflektierender Lack auf diese Kantenflächen aufgebracht werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht der Lichtleitkörper aus der lichtleitenden Schicht, wobei die Kantenflächen der lichtleitenden Schicht gegebenenfalls reflektierend ausgestattet werden können.

Der Lichtleitkörper sowie die lichtleitende Schicht weisen hervorragende mechanische und thermische Eigenschaften auf. Diese Eigenschaften umfassen insbesondere eine Vicat-Erweichungstemperatur nach ISO 306 (B50) von mindestens 95°C und ein E-Modul nach ISO 527-2 von mindestens 2000 MPa.

Der Lichtleitkörper der vorliegenden Erfindung kann insbesondere zur Beleuchtung von LCD-Displays, Hinweisschildern und Reklametafeln dienen.

Zur Beleuchtung der Lichteinleitungsfläche können alle bekannten Lichtquellen verwendet werden. Geeignet sind punktförmige Glühlampen, z. B. Niedervolt Halogenglühlampen, ein oder mehrere Enden von Lichtleitern, eine oder mehrere Leuchtdioden sowie

röhrenförmige Halogenlampen und Leuchtstoffröhren. Diese können z. B. in einem Rahmen an einer Kante, bzw. einer Kantenfläche oder Stirnfläche, seitlich der indirekt auszuleuchtenden Fläche, des Lichtleitkörpers angeordnet sein.

Die Lichtquellen können zur besseren Bestrahlung des Lichtleitkörpers mit Reflektoren ausgestattet sein.

Die Leuchtdichtenverteilung kann beispielsweise gemäß dem nachfolgenden Verfahren bestimmt werden. Nach Herstellung einer mit Streumittel und Oberflächenstrukturierung versehenen lichtleitenden Platte, werden aus der Platte ein Plattenstreifen von 595 mm Länge, 84 mm Breite und 8 mm Dicke zugeschnitten.

Der Plattenstreifen wird an den vier Kantenflächen hochglanzpoliert. Die beiden polierten 595 mm langen Kantenflächen werden mit einem reflektierenden Klebeband (9) des Herstellers 3M (Typ: Scotch Brand 850) versehen, so daß Lichtstrahlen, die auf diese Kantenflächen auftreffen in die Platte reflektiert werden.

Die Plattenstreifen (5) werden in einer speziellen Meßapparatur vermessen, die in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist. Die Meßapparatur besteht aus einem rechteckigen Aluminiumrahmen von 708 mm Länge und 535 mm Breite (3). An jeweils der Kante des Aluminiumrahmens, der die Breite von 535 mm aufweist, sind jeweils zwei parallel zueinander angeordnete Leuchtstoffröhren (4) des Typs PHILIPS TLD 15W/4 angebracht.

Der Abstand der Leuchtstoffröhren beträgt 599 mm und ist damit so bemessen, daß die Plattenstreifen mittig zwischen die Leuchtstoffröhren eingelegt werden kann und daß das von den Leuchtstoffröhren ausgestrahlte Licht in die 84 mm breite Kante der Plattenstreifen einstrahlt. Unterhalb der Plattenstreifen (5) ist eine Platte (7) mit einer weißen reflektierenden Oberfläche (10) angebracht. Die weiße Oberfläche soll Licht, das auf der dem Beobachter entgegengesetzten Oberfläche des Plattenstreifens (5) austritt, zum Beobachter hin reflektieren. Oberhalb der Plattenstreifens (5), dem Beobachter zugewandt, ist der Plattenstreifen mit einer Diffusorfolie (8) von 0,5 mm Dicke versehen, die das Licht, das aus dem Plattenstreifen die in Richtung des Beobachters austritt, homogenisiert.

Auf der Diffusorfolie sind 7 Meßpunkte (6) markiert, an denen die Leuchtdichte mit einem Leuchtdichtemesser Typ MINOLTA LUMINANCE METER 1° gemessen wird. Die Messpunkte haben folgende Abstände von einer der 84 mm langen Kante des Plattenstreifen: 74 mm; 149 mm; 223 mm; 298 mm; 372 mm; 446 mm; 521 mm.



## Patentansprüche

1. Lichtleitkörper, der mindestens eine Lichteinleitungsfläche und mindestens eine Lichtaustrittsfläche aufweist, wobei das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zu Lichteinleitungsfläche mindestens 4 beträgt, umfassend mindestens eine lichtleitende Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,3 bis 40  $\mu\text{m}$  umfaßt und die Lichtaustrittsfläche der lichtleitenden Schicht mit Strukturierungen versehen ist.
2. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Lichtaustrittsfläche zur Lichteinleitungsfläche mindestens 20 beträgt.
3. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der lichtleitenden Schicht im Bereich von 2 bis 100 mm liegt.
4. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel aus Bariumsulfat und/oder Kunststoff sind.

5. Lichtleitkörper gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, die Kunststoffpartikel vernetztes Polystyrol umfassen.
6. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche gleichmäßige Strukturierungen aufweist.
7. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche ungleichmäßige Strukturierungen aufweist.
8. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierungen der Lichtaustrittsfläche punktförmig und/oder linienförmig sind.
9. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtleitkörper mindestens 90 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Lichtleitkörpers, Polymethylmethacrylat umfaßt.
10. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel einen mittleren Durchmesser im Bereich von 1,4 bis 10  $\mu\text{m}$  aufweisen.
11. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht 0,0005 bis 0,08 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der eine lichtleitenden Schicht, sphärische Partikel aufweist.

12. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymethylmethacrylat der lichtleitenden Schicht einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,48 bis 1,54 aufweist.
13. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Schicht eine Transmission gemäß DIN 5036 im Bereich von 75 bis 92 % aufweist.
14. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche senkrecht zur Lichteinleitungsfläche steht.
15. Lichtleitkörper gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Fläche, die parallel zur Lichteinleitungsfläche steht, mit einer reflektierenden Schicht ausgestattet ist.
16. Verfahren zur Herstellung eines Lichtleitkörpers gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Formmasse aufweisend mindestens 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Formmasse, Polymethylmethacrylat und 0,0001 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Formmasse, sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,7 bis 40  $\mu\text{m}$  thermoplastisch formt.
17. Verfahren zur Herstellung eines Lichtleitkörpers gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Acrylharz aufweisend

- A) 0,0001 - 0,2 Gew.-% sphärische Partikel mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 0,7 bis 40  $\mu\text{m}$ ,
- B) 40 - 99,9999 Gew.-% Methylmethacrylat,
- C) 0 - 59,9999 Gew.-% Comonomere,
- D) 0 - 59,9999 Gew.-% in (B) oder (C) lösliche Polymere,

wobei die Komponenten A) bis D) 100 Gew.-% ergeben, radikalisch polymerisiert.

18. Vorrichtung zum indirekten Ausleuchten aufweisend mindestens ein Lichtleitkörper gemäß den Ansprüchen 1 bis 15 und eine Lichtquelle, die die Lichteinleitungsfläche des Lichtleitkörpers bestrahlen kann.

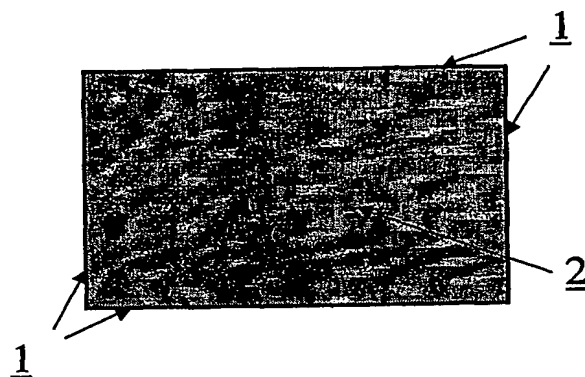


Fig. 1

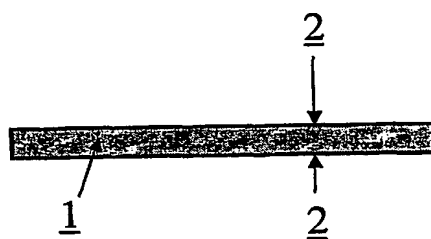


Fig. 2

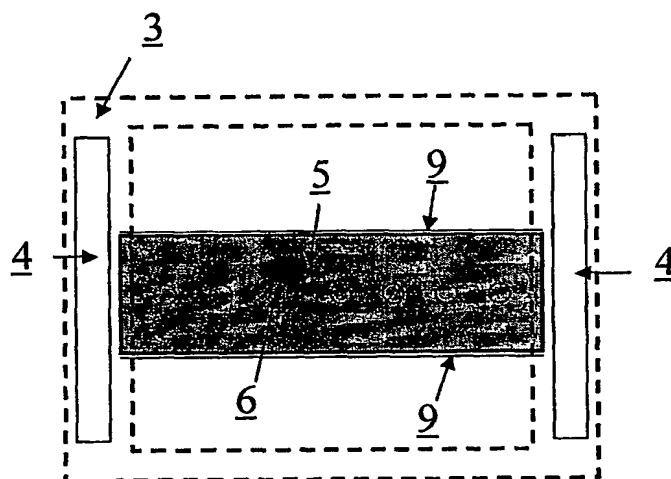


Fig. 3

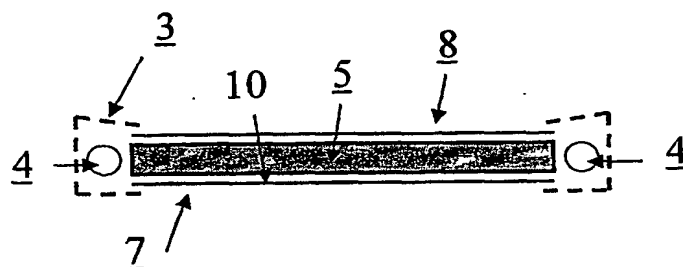


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/04719

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC 7	F21V8/00	B29D11/00 G02B6/00 G02B1/04 G02F1/1335
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B G02F B29D F21V		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 881 201 A (KHANARIAN GARO) 9 March 1999 (1999-03-09) column 1, line 32 -column 7, line 3 claim 1; figures 3A,3B	1,16-18
A	* idem *	9,10,14
Y	US 6 027 221 A (ISHIKAWA TSUYOSHI ET AL) 22 February 2000 (2000-02-22) figures 1,10 column 1, line 15 - line 62 column 4, line 38 -column 5, line 62	1,16,18
A	* idem *	6,8
--- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the International filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the International search  30 December 2003		Date of mailing of the International search report  14/01/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Mathyssek, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 03/04719

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 656 548 A (WILLING GMBH DR ING ; ROEHM GMBH (DE)) 7 June 1995 (1995-06-07) cited in the application column 1, line 16 - column 8, line 22	17
A	* idem *	1, 3, 4, 7, 15
A	US 5 607 764 A (KONNO TAKESHI ET AL) 4 March 1997 (1997-03-04) column 1, line 21 - column 3, line 60	1, 10-12, 17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 07, 29 September 2000 (2000-09-29) & JP 2000 113708 A (TOSHIBA CHEM CORP), 21 April 2000 (2000-04-21) the whole document	1, 10, 17
A	US 2002/039287 A1 (OHKAWA SHINGO) 4 April 2002 (2002-04-04) figures page 1, paragraph 5 - paragraph 12 page 3, paragraph 38 - page 5, paragraph 74	1, 7, 8, 18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 06, 4 June 2002 (2002-06-04) & JP 2002 062438 A (TAMURA ELECTRIC WORKS LTD; FINECOM:KK; UIN MOLD KK), 28 February 2002 (2002-02-28) the whole document	1, 11, 18
A	US 5 395 882 A (SIOL WERNER ET AL) 7 March 1995 (1995-03-07) column 1, line 14 - column 5, line 6 claims	1, 5, 11, 16, 17
A	EP 0 559 914 A (KOIKE YASUHIRO) 15 September 1993 (1993-09-15) page 3, line 6 - line 11 page 3, line 36 - page 4, line 38 page 4, line 49 - page 5, line 57 page 13, line 30 - line 48 page 14, line 15 - line 27	1, 9, 17, 18
A	WO 97 08252 A (MINNESOTA MINING & MFG ; UCHIYA TOMOAKI (JP); SHIOTA KOH (JP); OKAD) 6 March 1997 (1997-03-06) page 1, line 13 - page 2, line 18	1, 4, 13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/04719

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5881201	A	09-03-1999	NONE	
US 6027221	A	22-02-2000	JP 3324678 B2 JP 10048429 A	17-09-2002 20-02-1998
EP 0656548	A	07-06-1995	DE 9318362 U1 AU 684563 B2 AU 7912694 A EP 0656548 A2 JP 7195557 A SG 72630 A1	03-02-1994 18-12-1997 08-06-1995 07-06-1995 01-08-1995 23-05-2000
US 5607764	A	04-03-1997	JP 3352832 B2 JP 7174909 A	03-12-2002 14-07-1995
JP 2000113708	A	21-04-2000	NONE	
US 2002039287	A1	04-04-2002	JP 11064642 A	05-03-1999
JP 2002062438	A	28-02-2002	NONE	
US 5395882	A	07-03-1995	DE 4231995 A1 AT 146209 T CA 2106697 A1 DE 59304739 D1 EP 0590471 A2 JP 6207065 A	31-03-1994 15-12-1996 25-03-1994 23-01-1997 06-04-1994 26-07-1994
EP 0559914	A	15-09-1993	CA 2097080 A1 EP 0559914 A1 WO 9306509 A1 JP 3184219 B2 KR 170359 B1 US 5542017 A US 5580932 A JP 5249319 A	28-03-1993 15-09-1993 01-04-1993 09-07-2001 01-05-1999 30-07-1996 03-12-1996 28-09-1993
WO 9708252	A	06-03-1997	JP 9063329 A AU 7358296 A BR 9610202 A CA 2228933 A1 CN 1192766 A ,B DE 69604927 D1 DE 69604927 T2 EP 0847424 A1 RU 2166522 C2 US 6579606 B1 WO 9708252 A1	07-03-1997 19-03-1997 11-08-1998 06-03-1997 09-09-1998 02-12-1999 13-04-2000 17-06-1998 10-05-2001 17-06-2003 06-03-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04719

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
IPK 7	F21V8/00	B29D11/00 G02B6/00 G02B1/04 G02F1/1335
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPK 7 G02B G02F B29D F21V		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	US 5 881 201 A (KHANARIAN GARO) 9. März 1999 (1999-03-09) Spalte 1, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 3 Anspruch 1; Abbildungen 3A, 3B	1, 16-18
A	* idem *	9, 10, 14
Y	US 6 027 221 A (ISHIKAWA TSUYOSHI ET AL) 22. Februar 2000 (2000-02-22) Abbildungen 1, 10 Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 62 Spalte 4, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 62	1, 16, 18
A	* idem *	6, 8
--- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgetüht) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche		Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts
30. Dezember 2003		14/01/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Mathyssek, K

## INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/04719

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 656 548 A (WILLING GMBH DR ING ;ROEHM GMBH (DE)) 7. Juni 1995 (1995-06-07) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 16 -Spalte 8, Zeile 22	17
A	* idem *	1,3,4,7, 15
A	US 5 607 764 A (KONNO TAKESHI ET AL) 4. März 1997 (1997-03-04) Spalte 1, Zeile 21 -Spalte 3, Zeile 60	1,10-12, 17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 07, 29. September 2000 (2000-09-29) & JP 2000 113708 A (TOSHIBA CHEM CORP), 21. April 2000 (2000-04-21) das ganze Dokument	1,10,17
A	US 2002/039287 A1 (OHKAWA SHINGO) 4. April 2002 (2002-04-04) Abbildungen Seite 1, Absatz 5 - Absatz 12 Seite 3, Absatz 38 -Seite 5, Absatz 74	1,7,8,18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 06, 4. Juni 2002 (2002-06-04) & JP 2002 062438 A (TAMURA ELECTRIC WORKS LTD;FINECOM:KK; UIN MOLD KK), 28. Februar 2002 (2002-02-28) das ganze Dokument	1,11,18
A	US 5 395 882 A (SIOL WERNER ET AL) 7. März 1995 (1995-03-07) Spalte 1, Zeile 14 -Spalte 5, Zeile 6 Ansprüche	1,5,11, 16,17
A	EP 0 559 914 A (KOIKE YASUHIRO) 15. September 1993 (1993-09-15) Seite 3, Zeile 6 - Zeile 11 Seite 3, Zeile 36 -Seite 4, Zeile 38 Seite 4, Zeile 49 -Seite 5, Zeile 57 Seite 13, Zeile 30 - Zeile 48 Seite 14, Zeile 15 - Zeile 27	1,9,17, 18
A	WO 97 08252 A (MINNESOTA MINING & MFG ;UCHIYA TOMOAKI (JP); SHIOTA KOH (JP); OKAD) 6. März 1997 (1997-03-06) Seite 1, Zeile 13 -Seite 2, Zeile 18	1,4,13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04719

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5881201	A	09-03-1999	KEINE	
US 6027221	A	22-02-2000	JP 3324678 B2 JP 10048429 A	17-09-2002 20-02-1998
EP 0656548	A	07-06-1995	DE 9318362 U1 AU 684563 B2 AU 7912694 A EP 0656548 A2 JP 7195557 A SG 72630 A1	03-02-1994 18-12-1997 08-06-1995 07-06-1995 01-08-1995 23-05-2000
US 5607764	A	04-03-1997	JP 3352832 B2 JP 7174909 A	03-12-2002 14-07-1995
JP 2000113708	A	21-04-2000	KEINE	
US 2002039287	A1	04-04-2002	JP 11064642 A	05-03-1999
JP 2002062438	A	28-02-2002	KEINE	
US 5395882	A	07-03-1995	DE 4231995 A1 AT 146209 T CA 2106697 A1 DE 59304739 D1 EP 0590471 A2 JP 6207065 A	31-03-1994 15-12-1996 25-03-1994 23-01-1997 06-04-1994 26-07-1994
EP 0559914	A	15-09-1993	CA 2097080 A1 EP 0559914 A1 WO 9306509 A1 JP 3184219 B2 KR 170359 B1 US 5542017 A US 5580932 A JP 5249319 A	28-03-1993 15-09-1993 01-04-1993 09-07-2001 01-05-1999 30-07-1996 03-12-1996 28-09-1993
WO 9708252	A	06-03-1997	JP 9063329 A AU 7358296 A BR 9610202 A CA 2228933 A1 CN 1192766 A ,B DE 69604927 D1 DE 69604927 T2 EP 0847424 A1 RU 2166522 C2 US 6579606 B1 WO 9708252 A1	07-03-1997 19-03-1997 11-08-1998 06-03-1997 09-09-1998 02-12-1999 13-04-2000 17-06-1998 10-05-2001 17-06-2003 06-03-1997



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Jann SCHMIDT, et al.

SERIAL NO: 10/501,925

GAU:

FILED: July 28, 2004

EXAMINER:

FOR: IMPROVED LIGHT-GUIDING BODIES AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT UNDER 37 CFR 1.97

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Applicant(s) wish to disclose the following information.

REFERENCES

- ☐ The applicant(s) wish to make of record the references listed on the attached form PTO-1449. Copies of the listed references are attached, where required, as are either statements of relevancy or any readily available English translations of pertinent portions of any non-English language references.
- ☐ A check or credit card payment form is attached in the amount required under 37 CFR §1.17(p).

RELATED CASES

- ☒ Attached is a list of applicant's pending application(s), published application(s) or issued patent(s) which may be related to the present application. In accordance with the waiver of 37 CFR 1.98 dated September 21, 2004, copies of the cited pending applications are not provided. Cited published and/or issued patents, if any, are listed on the attached PTO form 1449.
- ☐ A check or credit card payment form is attached in the amount required under 37 CFR §1.17(p).

CERTIFICATION

- ☐ Each item of information contained in this information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this statement.
- ☐ No item of information contained in this information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application or, to the knowledge of the undersigned, having made reasonable inquiry, was known to any individual designated in 37 CFR §1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

DEPOSIT ACCOUNT

- ☒ Please charge any additional fees for the papers being filed herewith and for which no check or credit card payment is enclosed herewith, or credit any overpayment to deposit account number 15-0030. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.  
Norman F. Oblon

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Roland E. Martin  
Registration No. 48,082

Docket No. 255898US0PCT



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Jann SCHMIDT, et al.

SERIAL NO: 10/501,925

GAU:

FILED: July 28, 2004

EXAMINER:

FOR: IMPROVED LIGHT-GUIDING BODIES AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT UNDER 37 CFR 1.97

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Applicant(s) wish to disclose the following information.

REFERENCES

- ☐ The applicant(s) wish to make of record the references listed on the attached form PTO-1449. Copies of the listed references are attached, where required, as are either statements of relevancy or any readily available English translations of pertinent portions of any non-English language references.
- ☐ A check or credit card payment form is attached in the amount required under 37 CFR §1.17(p).

RELATED CASES

- ☒ Attached is a list of applicant's pending application(s), published application(s) or issued patent(s) which may be related to the present application. In accordance with the waiver of 37 CFR 1.98 dated September 21, 2004, copies of the cited pending applications are not provided. Cited published and/or issued patents, if any, are listed on the attached PTO form 1449.
- ☐ A check or credit card payment form is attached in the amount required under 37 CFR §1.17(p).

CERTIFICATION

- ☐ Each item of information contained in this information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this statement.
- ☐ No item of information contained in this information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application or, to the knowledge of the undersigned, having made reasonable inquiry, was known to any individual designated in 37 CFR §1.56(c) more than three months prior to the filing of this statement.

DEPOSIT ACCOUNT

- ☒ Please charge any additional fees for the papers being filed herewith and for which no check or credit card payment is enclosed herewith, or credit any overpayment to deposit account number 15-0030. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.  
Norman F. Oblon

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Roland E. Martin  
Registration No. 48,082



LIST OF RELATED CASES

<u>Docket Number</u>	<u>Serial or Patent Number</u>	<u>Filing or Issue Date</u>	<u>Inventor/ Applicant</u>
250043US0 PCT	10/488,252	03/11/04	SCHMIDT, et al.
255898US0 PCT*	10/501,925	07/28/04	SCHMIDT, et al.

\*Present Application; listed for information  
NFO/wal